国际科学教育发展的对比研究

——理念、主题与实践的革新

裴新宁[1,3†]　郑太年[2,3†]

1 华东师范大学　教育学部教师教育学院　上海　200062
2 华东师范大学　教育学部国际与比较教育研究所　上海　200062
3 华东师范大学　学习科学研究中心　上海　200062

摘要　科学教育的重要性不在于传递给学习者确定性的知识，而在于让他们学会把知识作为认知世界的方式，以应对世界的不确定性。21世纪国际科学教育发展以人类可持续发展为指向，以培育科学素养为目标，注重渗透科学本质教育，关注通过深度与连贯的课程搭建科学学习的“共同基础”，利用技术激发和融合科学教育创新，强调科学与人文的统一，发挥非正式学习的重要作用，并通过国际评估提升质量。对于科学教育及其重要性的新认识推动着国际科学教育的持续变革，这些趋势对于我国科学教育的战略转型具有启示意义。

关键词　科学教育，青少年，科学素养，创新

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20210517001

日趋激烈的综合国力竞争让科学教育得到众多国家的空前重视；与此同时，科学教育的内涵在不断更新，科学教育的目标、内容和方法发生着变化。本文分析近20年来主要发达国家及国际组织科学教育的政策与实践，概述关于科学教育的基本共识，勾勒国际科学教育的重点主题和发展特征，以期为我国科学教育的研究与政策制定提供参考。

1 关于科学教育的基本认识

现代西方语境中，科学是认识世界的基本方式，这一点已得到广泛认同。相应的基本共识包括：科学是一种进程、产品和建制[1]；科学要进步，就必须为人所知、被人所拥有[2]，即需要面向社会中的所有人开展科学教育；科学教育不仅要传递科学知识内容，还要让受众知晓科学知识的生产、科学的作用和限度，了解科学家共同体如何工作，这是培育科学素养、促进科技强盛和社会进步的基础和关键。为此，必须大力普及和改进各级各类科学教育，引导行为改变，这样才能使世界走上更可持续的道路，并激发社会经济的公平发展[2]。由此而兴起的高质量科学教育观，不仅针对“科学中的教育”（科学作为内容），而且覆盖“为科学的教育”和“通过科学的教

†同等贡献

资助项目：2019年度教育部人文社会科学研究规划基金（19YJA880048）
修改稿收到日期：2021年7月1日

育”[3]。联合国教科文组织、欧盟委员会及美国等发达国家相继发布了一系列政策[4,5]，发起了普及高质量科学教育的全球行动，并强调在科学教育和公众科学素养建设中发挥文化的力量。

科学教育是儿童和青少年心智成长之需，学校科学课程是科学教育的主渠道。有效的科学教育反映科学家的实际工作方式，并与儿童和青少年的世界相关联。为此，众多发达国家将“科学探究”/“科学实践”作为科学课程的基本范式，以追求科学教育的重要价值——不在于传递给学生确定性的知识，而在于把知识作为他们认知世界的方式，以应对不确定世界中的动态变化与复杂挑战，延续科学精神。科学课程的实施，需要帮助学生获得科学的知识，但更重要的是让他们了解这些知识是如何产生的。因而，发展学生对科学与技术知识的本质性理解（即认识性信念），成为众多发达国家科学教育的中心目标——对于育成富有科学素养的公民及科技事业的建设者而言，这一点意义深远。相应地，“探究—参与”成为当今科学教育的引领性取向，它强调将学科话语和探究模式相整合，让学习者在涉身探究中体验科学，在学习科学方法并用之处理任务、掌握表征的过程中参与科学，养成科学态度，化育科学精神气质；它强调每一个学习者在所有可能的学习环境中发挥认识主体的作用。概言之，拓展学生在STEM（科学、技术、工程、数学）领域的学习，促进科学课程中学生的“探究—参与”，不断提升学生的成就和能力，是21世纪全球科学教育研究、政策和实践的核心追求。

2 国际科学教育发展的重要主题

2.1 在人类可持续发展的背景下重构科学教育目标和内容

在《联合国可持续发展教育十年（2005—2014年）国际实施计划》[6]指引下，众多发达国家，尤其是美国、芬兰、加拿大、英国、德国、日本、新加坡等国家，把“可持续发展”和“环境教育”等主题写入基础教育科学课程标准，强调科学及科学教育的终极目标是实现人类的可持续发展，科学课程要帮助学生认识环境可持续的重要性，建立生态系统观，理解生命循环的意义，在掌握基本科学知识的基础上积极参与社会决策。在内容上，主要涉及环境、和平、权利、生物多样性、包容、减灾、健康、气候变化等话题，鼓励学生掌握足够的科学知识，参与安全或生物议题的决策，“做出与科学技术相关的明智决定”[7]。美国K-12科学课程试图让学生认识到，人类社会的可持续发展和生物多样性的维护，需要对自然资源进行负责任的管理，要减少和避免不利影响，而科学家和工程师可以为之作出主要贡献[8]。芬兰把“参与构建可持续发展的未来”作为横向能力指标[9]；德国等国家更是将STEM教育与可持续性发展教育整合为一体，并设立了专门的激励计划[10]①。联合国教科文组织《教育2030行动框架》[11]颁布后，各国又重新审视已有政策并制定科学教育新愿景，以应对快速变化的世界，更加强调“跨学科教学”“系统思维”“终身学习”“合作”“多元文化”和“自主性”。

2.2 全面加强科学素养的培育

科学素养是科学教育的基本目标并与科学本质（nature of science）教育交织在一起。学校科学教育发展科学素养的主要定位，是让学生认识科学本质和进行批判性思考[8,12,13]、成为负责任和知情的公民[14]；相应的有效途径是进行科学知识的运用和科学探究[15,16]、参与社会性科学议题的讨论[17]和科学问题的解决[7]。美国国家科学院、工程院和医学院发布的《科学素养：概念、情境和影响》[1]共识报告，构

① 例如，德国“小科学家之家”基金项目（https://www.haus-der-kleinen-forscher.de/en/）。

建了“社会—社群—个人”3个层面科学素养研究的广义概念框架，号召科学共同体、研究共同体和其他利益相关者积极共建富有科学素养的社会。其中，个体科学素养包括基础性素养、内容知识、理解科学实践、认识性知识、对科学专门知能（expertise）的辨识、对科学的文化理解，以及倾向和思维习惯。美国于21世纪第2个十年颁布了《K-12科学教育框架》[8]和《下一代科学标准》[18]，将“科学素养”表述为期望学生达到的表现，围绕科学与工程实践、共通概念和学科核心思想3个维度来设计科学学习的核心内容，并落实为学习进阶要求。经济合作与发展组织（OECD）关注科学素养对国家经济发展和教育质量的预测价值，认为有科学素养的人愿意参与关于科学和技术的理性对话，为此，需要具备3个方面的能力：科学地解释现象；评价和设计科学探究；科学地解释数据和证据[7]。据此，OECD发起的国际学生评估项目（PISA）设计了针对完成义务教育学生的科学素养测试。2019年，欧洲议会（EP）强调科学素养不限于科学内容知识，还包括批判性地参与科学相关议题并做出明智决定的能力；因此，呼吁学校课程要纳入这一新的科学素养取向，同时强调要重视基础性素养、科学知识和能力，以及对科学的境脉性理解（contextual understanding of science）[19]。

2.3 渗透科学本质的科学教育活动设计

如果说科学素养是未来社会所需的关键能力，那么对科学本质的理解则是科学素养的关键要素[15]。对科学本质的理解通常涉及关于科学系统的认知认识性（cognitive-epistemic）和社会建制性（social-institutional）的认识论。科学教育活动设计主要关照科学本质的8个方面：① 科学知识以实证为基础；② 科学是可靠的但又是暂时的（不断修正的）；③ 科学知识通过观察和推论得到；④ 创造对科学知识发展很重要；⑤ 科学有主观性，但也遵循理论；⑥ 科学理论和规律是不同类型的科学知识，但两者都有证据支持，可以根据新的证据或数据解释进行修正；⑦ 科学深植于社会和文化之中；⑧ 科学家使用多种多样的方法来回答有关自然界的问题[20-22]。PISA主要通过认识性知识测试和认识性信念调查来监测15岁学生对科学本质的理解。

2.4 以“深度”和“连贯”的课程搭建科学学习的共同基础

学校课程设计既需要基于科学的逻辑和本质，也需要便于学生的理解。在课程方案的整体设计上，已从分学科离散式地呈现科学知识走向为科学及学习领域中的深入思考和探索提供连贯一致的内容体系，以作为共同基础。美国、英国、加拿大、日本把“深度学习”（deeper learning）或“深层理解”（deeper understanding）作为重要的科学课程目标，强调在认知上对科学内容的概念性理解，以及对科学知识背后的模式和潜在原理的寻得；主张采用真实性学习、整合性学习、评价性学习和论证式学习，批判性地检验论据的逻辑关系，让学生反思自己的理解和学习过程[23]。“连贯”是帮助学生实现“深度学习”的课程组织原则，“连贯一致取向”（coherent and consistent approach）、“横向连贯”（horizontally coherent）、“纵向连贯”（vertically coherent）、“学习进阶”（learning progression）、“大概念”（big ideas）、“统一性概念”（unifying ideas）、“共通概念”（crosscutting concepts）等多样的表述形式出现在不同国家及地区的课程文件中，反映课程不同组织层次上的“连贯”之义。这种连贯性在法国新义务教育条例中更以“大”学习领域形式整体体现[14]。连贯的课程组织为学生提供跨领域自主探索的机会，助力他们在多情境间的学习迁移[24]；这样的课程组织与“探究—参与”学习方式相匹配。美国和加拿大强调用基于探究的方式发展对“大概念”（或核心概念与共通概念）的深层理解[8,25]；英国制定了小学各阶段的探究能力学习清单，以支持学生“科学地工作”，认识科学本质，形成连贯、进阶的概念性理解[12]。

2.5 技术激发和融合的科学教育创新

技术时代的科学教育有 3 个鲜明的特征。① 技术作为内容和科目，被纳入科学教育并与传统科学学科相融合。② 信息技术作为科学学习的环境和工具，支持学生的探究过程和问题解决，促进协作，推进对于知识形成的反思。例如，美国等国家建设了与中小学科学课程配套的系统化数字学习环境，以实现传统课堂难以企及的目的（如“提供多种模型，以帮助学习者表征和解释科学现象，并在不同模型之间灵活转换”[8]；帮助学生交流发现，为学生提供分析数据、进行变量关系推理的复杂方法[26]等）。③ 倡导跨学科学习，以信息技术作为关键要素，开发整合式 STEM 教育方案，致力于发展学生的协作能力和创造性解决问题的能力，使学生形成对 STEM 学习的身份认同并激发科学兴趣。法国等欧洲国家将科学教育和技术教育相整合（初中段）以发展科学探究的能力[27]。总之，用技术变革科学教育已成为全球趋势，强调支持学生的自主学习和创新学习，设计上遵循学习科学的原理[28]。

2.6 重视科学与人文的统一

科学与人文作为科学教育的一体两面，体现在将科学与人文方法相融合，以实现可持续发展教育的价值追求，培育科学素养和促进科学本质理解。例如，强调将社会性科学议题（涉及科技伦理、维护健康、气候变化等）的学习及批判性思维的训练浸润于历史文化境脉中，引入戏剧、文学、辩论等场景。欧盟委员会提出，科学教育要将艺术和人文学科与科学、技术、工程、数学等学科联系起来，倡导不同领域的专业人员展开广泛对话，助力学习者理解什么有效、什么无效，以及怎样才能提高每个人的生活质量[17]。美国、英国等国家将培养科学家所具有的求真务实、自由反思、批判质疑的态度品质，纳入了科学课程目标，以帮助学生认识科学专业实践的本质，真正学会像科学家一样思考、做事和表达。例如，构建关于现象的心理和概念模型，生成对科学现象的解释系统；通过绘制表格和图形或运用统计分析来解释数据，以口头或书面形式交流想法及研究结果，以及基于证据进行论证或为自己的观点辩护等[8]，从而使学生真正认识到科学观念并非一成不变[12]。科学史与科学哲学方法被用于正式和非正式学习环境（如科学博物馆）中的科学教育设计。该方法通过建立概念间的联系（某一科学学科内、不同科学学科间、科学与其他学科间），让学生理解科学具有广阔的关联，科学通过与社会文化环境相联系而得以发展[29]。

2.7 发挥非正式学习的重要作用

重视非正式学习，是指教师不仅要重视课内教学，而且要充分整合正式与非正式学习的机会。非正式学习强调学习由内在兴趣引导而非外部驱使，学习者自愿参与或拥有选择权；课程结构是开放的；学习活动中学生不被打分，也不必竞争；不拘于同质性，可以跨年龄、跨学科加以组织[30]。科学教育的校外非正式学习的场所主要有科技场馆、公益组织（如社区科学俱乐部、大学实验室）、真实的自然及社会环境和媒体等。这些非正式学习环境中的科学活动有助于达成以下目标：发展科学兴趣、理解科学知识、从事科学推理、反思科学、参与科学实践、认同科学事业[31]。

发达国家高度重视校外科学教育质量，且科学共同体的参与度普遍较高。美国、法国、日本、韩国等国家科学博物馆中的“探究—参与”已成为基础教育科学课程的重要组成部分；科学博物馆成为学校与学生的日常生活之外重要的“第三空间”，学生在这里与科学家、科学传播专家相遇，感知和认识科学，参与科学对话与实践。

2.8 通过国际评估改进科学教育政策与实践

近年来，以 PISA 和国际数学与科学学习趋势项目（TIMSS）为代表的国际大规模教育评估项目，成为衡量和监测各国基础教育阶段科学教育质量的重要工

具，也在推动着基础教育课程改革。美国、英国、法国、德国、俄罗斯、日本等国家在对国际教育评估成绩及本国科技竞争力进行反思的基础上，致力于推进科学教育改革。例如，作为对PISA结果的回应，德国科学教育标准强调了探究方法论维度[32]；法国极力推进聚焦公平与质量的学校教育改革；欧盟国家实施教师科学探究能力提升项目；韩国将艺术融入STEM教育中，并为义务教育学生开设科学探究和科学实验课程，努力提高学生的科学兴趣；俄罗斯启动了各教育层次的创新教育行动，通过学前、普通和补充教育领域的优先措施，以提高其在国际评估项目中的排名[33]。美国除了参加PISA和TIMSS以外，还通过其他国际科学竞赛及本国教育评估（NAEP）检测青少年科学教育质量和政策成效，率先实施了STEM教育国家战略，不断强化“科学和科学教育是美国人生活之中心”[18]的意念。

值得注意的是，PISA对15岁学生的科学职业倾向和科学教育方式的调查受到各国关注，关于教师课堂教学实践（教学方法、信息技术运用等）与科学素养结果（科学知识表现、优异学生占比、科学认识性信念指数等）的指数成为衡量教育公平和质量状况的“晴雨表”。TIMSS科学评估关注各国的学校科学课程实施成效；评估中关于课程结构、学生在不同认知领域的表现、学习背景和教师支援等方面的结果，对科学课程改革有直接影响，并为各国制定科学教育政策提供了坚实的基础。

3 结论与建议

3.1 国际科学教育发展的整体趋势

通过对主要发达国家和国际组织科学教育政策与实践的考察，可以发现：① 科学教育发展以人类可持续发展为指向，以培育科学素养为目标；科学教育实践中注重渗透科学本质教育，关注通过深度与连贯的课程搭建科学学习的共同基础，探索以技术激发和融合科学教育创新的方式，强调科学与人文的统一，强化非正式学习的重要作用，并通过国际评估提升质量。② 科学教育不仅是课程形态的存在，更是一种参与的文化，是一种开放探索、求实求证、合作互动、批判创新的文化。③ 科学教育不仅是学校的内部工作，更需要社群和社会的共同参与；不仅是“科学教师”群体的专门工作，也是科学家、科学共同体的专业责任。

3.2 我国科学教育的问题与未来发展建议

对比国际科学教育发展的整体趋势和科技强国在国际教育评估中的表现，我国基础教育阶段的科学教育目前有以下“短板”：① 学生对科学方法和科学本质的理解、科学兴趣的持久性和科学职业期望等方面都存在欠缺；② 学生进行科学探究和从事科学实践、练习科学思维的机会有限；③ 科学课程缺乏多样性，学生的自主权不够充分；④ 儿童科学教育机会（如小学科学课时）相对较少，初中段科学学习效率不高；⑤ 非正式学习的丰富性、广阔性和适当性远未满足科学教育发展的需要。如何促进科学教育的创新发展，提升科学素养优异学生的比例，培养科技领域的拔尖创新人才，是我国当前亟待破解的难题。

这些问题也明示了我国科学课程改革的重点方向：① 着力培养儿童青少年的科学兴趣，发展认识性好奇；② 培育科学教育的“参与”文化，促进学生对科学方法和科学本质的理解，打好逻辑思维能力基础，全面提升学生的科学思维品质及科学素养；③ 扩展学生科学教育的机会，包括提升科学课程的多样性及学生自主选择性，保障儿童充分接触优质的科学教育，优化正式与非正式学习机会的整合。为此，需要在资源投入和体制建设方面给予系统性支持。

要把建设高质量、适切的科学教育作为科技人才培养和教育发展的重大战略。激励科学教育工作者探索科学教育的实践创新，激发科学共同体及社会力量积极投身到科学教育的伟大事业中。尤其是，① 要强

化青少年科学教育体制保障，明确落实责任主体；切实提高大学的责任意识，发挥好大学在科学教育与科学普及工作中知识生产和服务的功能。② 大力加强科学教育学术建设，设立专门的科研资助计划（如欧美发达国家的政府长期计划），支持科学教育与传播方式的创新研究，提高资助的持久性和累积性，整体统筹改进资源建设。

致谢 本文撰写过程中得到华东师范大学教育学部符国鹏、孔令鑫、赵楠、陈晟、闵辉、乔丹璇、梁雨的帮助。

参考文献

1 凯瑟琳·E. 斯诺, 肯妮·A. 迪布纳. 科学素养：概念、情境与影响. 裴新宁, 郑太年, 译. 北京：中国科学技术出版社, 2020.

2 Education Sector, UNESCO. Current Challenge for Basic Science Education. Paris: UNESCO, 2009.

3 Osborne J. PART I: Science education for contemporary society: problems, issues and dilemmas// Poisson M, ed. Science Education for Contemporary Society: Problems, Issues and Dilemmas. Geneva: UNESCO-IBE, 2001: 8-14.

4 UNESCO. Report by the Director-General on the Reorientation of UNESCO's Programmes in the Sciences to Take Account of the Conclusions of the World Conference on Science (Budapest, 1999). Paris: UNESCO, 2000.

5 Fensham P J. Science Education Policy-making: Eleven Emerging Issues. Paris: UNESCO, 2008.

6 UNESCO. United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014) Framework for the International Implementation Scheme. Paris: UNESCO, 2003.

7 OECD. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Pairs: OECD Publishing, 2016.

8 National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Washington DC: The National Academies Press, 2012.

9 Opetushallitus. National Core Curriculum for Basic Education 2014. Helsinki: Finnish National Board of Education, 2016.

10 de Haan G. The BLK '21' programme in Germany: A 'Gestaltungskompetenz'-based model for Education for Sustainable Development. Environmental Education Research, 2006, 12(1):19-32.

11 UNESCO. Education 2030 Incheon Declaration and Framework for Action: Towards Inclusive and Equitable Quality Education and Lifelong Learning for All (Final draft for adoption). [2021-5-15]. http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/ED/ED_new/pdf/FFA-ENG-27Oct15.pdf.

12 Department for Education. National Curriculum in England: Science Programmes of Study. [2021-03-23]. https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study.

13 School Curriculum and Standards Authority. The Western Australian Curriculum: Science (Verison 8.1). [2021-07-07]. https://k10outline.scsa.wa.edu.au/__data/print-to-pdf-custom/api.php?url=https%3A%2F%2Fk10outline.scsa.wa.edu.au%2Fhome%2Fprint-to-pdf%2Fprint-to-pdf%3FcourseID%3D50998%2C&orientation=landscape.

14 朱莹希, 裴新宁. 法国义务教育的“新共同基础”解读. 比较教育研究, 2016, 38(8): 36-42.

15 Teo T W, Tan A L, Ong Y S. Science Education in the 21st Century Re-searching Issues that Matter from Different Lenses (eBook). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2020: 19-35.

16 李婷婷，王秀红. 日本新一轮基础教育课程改革新动向——文部科学省“学习指导要领”（2017）述评. 外国教育研究, 2019, 46(3): 103-116.

17 European Commission. Science Education for Responsible Citizenship (No. EUR 26893 EN). Brussels: European Commission, 2015.
18 National Research Council. Next Generation Science Standards: For States, By States. Washington DC: The National Academies Press, 2013.
19 Siarova H, Sternadel D, Szönyi E. Research for CULT Committee—Science and Scientific Literacy as an Educational Challenge. Brussels: European Parliament, Policy Department for Structural and Cohesion Policies, 2019.
20 Wheeler L B, Mulvey B K, Maeng J L, et al. Teaching the teacher: Exploring STEM graduate students' nature of science conceptions in a teaching methods course. International Journal of Science Education, 2019, 41(14):1905-1925.
21 Lederman N G, Lederman J S. Research on teaching and learning of nature of science// Lederman N G, Abell S K, eds. Handbook of Research on Science Education, Volume II. New York: Routledge, 2014: 600-620.
22 Bartholomew H, Osborne J, Ratcliffe M. Teaching students "ideas-about-science": Five dimensions of effective practice. Science Education, 2004, 88(5): 655-682.
23 Sawyer R K. The Cambridge Handbook of the Learning Sciences (2nd Ed.). Cambridge University Press, 2014: 1-20.
24 玛西娅·C林, 巴特-舍瓦·艾伦. 学科学和教科学：利用技术促进知识整合. 裴新宁, 刘新阳, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 2016.
25 British Columbia Ministry of Education. Area of Learning: Science. [2021-05-15]. https://www.curriculum.gov.bc.ca/sites/curriculum.gov.bc.ca/files/curriculum/science/en_science_k-9_elab.pdf.
26 National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Science and Engineering for Grades 6-12: Investigation and Design at the Center. Washington DC: The National Academies Press, 2019.
27 Coquidé M, Prieur M. The French science curriculum: A work in progress?// Kuiper W, Berkvens J, eds. Balancing Curriculum Regulation and Freedom across Europe. CIDREE Yearbook 2013. Enschedes: SLO, 2013: 63-79.
28 Linn M C, McBride E, Gerard L, et al. For the Future of Education—Technology Matters// Marope M, ed. IBE in Focus,2000: Education & the Future at the Interface of Neuroscience and Technology. Geneva: UNESCO-IBE, 2020: 72-79.
29 Matthews M R. 科学教学——科学史和科学哲学的贡献. 刘恩山, 郭元林, 黄晓, 译. 北京: 外语教学研究出版社, 2017: XV.
30 Stocklmayer S M, Rennie L J, Gilbert J K. The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education. Studies in Science Education, 2010, 46(1): 1-44.
31 菲利普·贝尔, 布鲁斯·列文斯坦被, 安德鲁·绍斯, 等. 非正式环境下的科学学习：人、场所、与活动. 赵健, 王茹, 译. 北京: 科学普及出版社, 2015: 38-44.
32 KMK. Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. Neuwied: Luchterhand, 2005.
33 北京教育科学研究院国际教育信息中心. 全球化时代国际教育发展趋势：近年来发达国家教育该给的政策分析. 福州: 福建教育出版社, 2019: 333-341.

Comparative Study on Development of Science Education Worldwide: Advance in Ideas, Themes and Practice

PEI Xinning[1,3†] ZHENG Tainian[2,3†]

（1 College of Teacher Education, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China;
2 Institute of International and Comparative Education, Faculty of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China;
3 Learning Sciences Center at East China Normal University, Shanghai 200062, China）

Abstract The importance of science education lies not in delivering factual knowledge to learners, but in using knowledge as a way for them to know the world and cope with the uncertainty. The development of science education worldwide in the 21st century presents the following themes: the sustainable development of human beings as the main context, cultivating scientific literacy as the goal, paying attention to understanding the nature of science, building a "common foundation" for science learning through in-depth and coherent curriculum, using information technology to stimulate and integrate science education innovation, emphasizing the unity of science and humanities, giving full play to informal learning, and improving quality through international assessment programs. The advance in understanding science education and its importance is pushing forward the continuous innovation in science education worldwide. The strategic transformation of science education in China can get informed from these trends.

Keywords science education, K-12 students, science literacy, innovation



裴新宁 华东师范大学教育学部教师教育学院教授、博士生导师，华东师范大学学习科学研究中心共同主任。研究方向为科学教育与传播、学习科学、课程与教学设计。E-mail: xnpei@kcx.ecnu.edu.cn

PEI Xinning Research Professor of College of Teacher Education, Faculty of Education, East China Normal University, and the Co-director of Learning Sciences Center at East China Normal University. Prof. Pei's research interests include science education and communication, learning sciences, and design of curriculum and instruction. E-mail: xnpei@kcx.ecnu.edu.cn



郑太年 华东师范大学教育学部国际与比较教育研究所教授、博士生导师。华东师范大学学习科学研究中心共同主任。主要研究方向：国际与比较教育、学习科学与教学设计。E-mail: tnzheng@iice.ecnu.edu.cn

ZHENG Tainian Research Professor of the Institute of International and Comparative Education, Faculty of Education, East China Normal University, and the Co-director of Learning Sciences Center at East China Normal University. Prof. Zheng's research interests include comparative education, learning sciences and instructional design. E-mail: tnzheng@iice.ecnu.edu.cn

■责任编辑：岳凌生

† Contributed equally to this work